



### Three-dimensional optical memory element and method of writing information therein

Patent Number:  US5694249  
Publication date: 1997-12-02  
Inventor(s): MISAWA HIROAKI (JP)  
Applicant(s):: CENTRAL GLASS CO LTD (JP)  
Requested Patent:  JP8220688 ←  
Application Number: US19950538490 19951003  
Priority Number(s): US19950538490 19951003; JP19950023614 19950213  
IPC Classification: G02B27/10 ; G02B3/00  
EC Classification:  
Equivalents: JP2961126B2

#### Abstract

The invention relates to a three-dimensional optical memory element. This element is made of glass and includes: a glass matrix which has a first refractive index; and a plurality of spots which are three-dimensionally distributed in the glass matrix and each of which has a second refractive index different from the first refractive index. The element is prepared by condensing a pulsed laser beam to focal points in the element so as to prepare, at the focal points, the spots corresponding to the focal points. Each focal point has a diameter which is approximately equal to a wavelength of the pulsed laser beam. The element has a sufficient weatherability and a sufficient resistance to heat and light. It is possible to write information at each spot having a diameter equal to or shorter than the wavelength of the laser beam, with high density and good contrast.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-220688

(43) 公開日 平成8年(1996)8月30日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 C 1/725			G 0 3 C 1/725	
G 1 1 B 7/00		9464-5D	G 1 1 B 7/00	K

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平7-23614

(22) 出願日 平成7年(1995)2月13日

特許法第30条第1項適用申請有り 平成6年10月7日発行の「光化学討論会講演要旨集」に発表

(71) 出願人 000002200

セントラル硝子株式会社

山口県宇部市大字沖宇部5253番地

(72) 発明者 三澤 弘明

徳島県徳島市八万町大坪232-1 大坪住宅1-31

(74) 代理人 弁理士 坂本 栄一

(54) 【発明の名称】 三次元光メモリーガラス素子及びその記録方法

(57) 【要約】

【目的】記録密度を高めた三次元光メモリーガラス素子及びその作製方法を提供する。

【構成】ガラスマトリックスがシリカガラスまたはシリケートガラスからなり、局所的に周囲のマトリックスとは屈折率が異なるスポットが存在する層を、多層有している三次元光メモリーガラス素子で、ガラスマトリックスを三次元走査しながら光学レンズにより波長532nmのパルスレーザー光を集光照射する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 局所的に周囲のガラスマトリックスとは屈折率が異なるスポットが存在する層を、多層有していることを特徴とする三次元光メモリーガラス素子。

【請求項2】 ガラスマトリックスがシリカガラスまたはシリケートガラスであることを特徴とする請求項1記載の三次元光メモリーガラス素子。

【請求項3】 光学レンズによりパルスレーザ光をレーザ波長程度まで集光し、その焦点において波長以下のスポットで光誘起屈折率変化を起こさせたことを特徴とする請求項1記載の三次元光メモリーガラス素子。

【請求項4】 パルスレーザの波長が532nmであることを特徴とする請求項3記載の三次元光メモリーガラス素子。

【請求項5】 ガラスマトリックスを三次元走査しながらガラスマトリックス中にパルスレーザを集光照射することにより、局所的に周囲のマトリックスとは屈折率が異なるスポットが存在する層を、多層形成させることを特徴とする三次元光メモリーガラス素子の記録方法。

【請求項6】 ガラスマトリックスがシリカガラスまたはシリケートガラスであることを特徴とする請求項5記載の三次元光メモリーガラス素子の記録方法。

【請求項7】 光学レンズによりパルスレーザ光をレーザ波長程度まで集光し、その焦点において波長以下のスポットで光誘起屈折率変化を起こさせることを特徴とする請求項5記載の三次元光メモリーガラス素子の記録方法。

【請求項8】 パルスレーザの波長が532nmであることを特徴とする請求項7記載の三次元光メモリーガラス素子の記録方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、三次元光メモリー素子及びその記録方法に関するものであり、特にガラスマトリックス中にパルスレーザ光を照射し、光誘起屈折率変化を局所的に起こさせることで、情報の記録を行う三次元光メモリーガラス素子及びその記録方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、光メモリー素子は大容量化の必要性が高まり盛んに研究開発が進められている。大容量化の方向としては、書き込み用のレーザ光の波長を短波長化することにより記録密度を高め大容量化する方法が検討されているが、波長が短くなるに従い、光学材料は吸収が大きくなることから、短波長化は現在の780nmの半分程度が限界であり、その波長での回折限界によりビットサイズが制限されることから記録密度は4倍程度が上限と考えられる。

【0003】 そこで、現在の二次元記録に更に空間的に一次元加え、書き込み領域を三次元化することで、より

大容量化する方法が検討されている。例えば、三次元光メモリー素子材料としては、スピロピラン類等の解離開環反応を利用したフォトクロミック材料 (S.Hunter, et al., Potentials of two-photon based 3-D optical memories for high performance computing, Appl., Opt., Vol. 29, pp. 2058-2066 (1990))、二種類の光重合性モノマー (メタクリル化合物、アリル化合物) に光スポットを照射し、光重合速度が速いメタクリル化合物を優先的にポリマー化するフォトポリマー (S.Kawata et al., Three-dimensional Confocal Optical Memory Using Photorefractive Materials, Proc SPIE, Vol. 2042, 18 (1993)) 等の有機材料やFeイオンを添加したLiNbO<sub>3</sub> (ニオブ酸リチウム) 結晶 (川田善正ら、フォトリフラクティブ結晶を用いたビット記録型三次元光メモリ、第40回春期応用物理学会講演予稿集, p900 (1993)) 等が報告されている。

【0004】 三次元記録の方法としては、波長が異なるインフォメーションレーザ光とアドレスングレーザ光の二波長を直交させ、交差した部分のみ屈折率を変化させる方法 (S.Hunter, et al., Potentials of two-photon based 3-D optical memories for high performance computing, Appl., Opt., Vol. 29, pp. 2058-2066 (1990)) やレーザ光を光学レンズでマトリックス中の一点に集光し、光強度変化を利用してマトリックスを三次元的に走査しながら屈折率変化として記録させる方法 (川田善正ら、フォトリフラクティブ結晶を用いたビット記録型三次元光メモリ、第40回春期応用物理学会講演予稿集, p900 (1993)) 等が知られている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、フォトクロミックメモリーでは、読み出し光により光反応が進行し記録が次第に破壊される可能性があり、光重合を利用する場合は、高速での記録が困難であるという問題点がある。更に、有機材料は、熱や光による劣化、変質が起こり易く、長時間安定して情報を記録することが困難である。また、フォトリフラクティブ結晶の場合は、光学的異方性があることから高密度な三次元メモリーを実現するためには、結晶に光を集光照射する際に生じる収差補正の問題が残されている。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明は、ガラスマトリックスを三次元的に走査しながら、ガラスマトリックス中にパルスレーザを集光照射し、欠陥に起因する価電粒子の再配列によると考えられる光誘起屈折率変化を微小スポットで起こさせることにより、情報が空間的な屈折率分布として記録されることを特徴とする。

【0007】 すなわち本発明は、局所的に周囲のガラスマトリックスとは屈折率が異なるスポットが存在する層を、多層有した三次元光メモリーガラス素子で、ガラスマトリックスに、波長532nmのパルスレーザ光を光

学レンズより集光し、その焦点において該波長以下のスポットで光誘起屈折率を変化させて記録する三次元光メモリーガラス素子の記録方法を提供するものである。

【0008】ガラスマトリックスとしては特に限定されないが、石英ガラスに比べ多成分化したガラスの方が書き込み閾値は低く、同じエネルギー密度の場合の書き込みスポットサイズは、石英ガラスの方が小さくなる。

【0009】

【作用】本発明の三次元光メモリーガラス素子は、有機ポリマー等と比べ熱や光に対して安定であり、且つ十分な耐候性を備えており、長期間安定して情報の記録ができる。また、ガラスマトリックスは異方性が無いことから特殊な収差補正を行わなくとも、書き込み用レーザ光を波長程度に集光することにより、レーザ光波長より小さいスポットにてコントラスト良く高密度な書き込みが可能となる。

【0010】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基いて説明するが、本発明はかかる実施例に限定されるものではない。

【0011】実施例1

図1に本発明の三次元光メモリーガラス素子の記録方法の一例を示す。記録用レーザには、Q-スイッチNd:YAGレーザ1の二倍波である波長532nmのピコ秒パルスレーザ（パルス幅 $\sim 30$ ps）を使用し、このピコ秒パルスレーザを油浸対物レンズ3（NA=1.30、 $\times 100$ ）を用いて、600nm程度のスポットに集光し、 $15 \times 15 \times 0.17$ mmのガラスマトリックス4（wt%にて68.1SiO<sub>2</sub>-12.1Na<sub>2</sub>O-3-6.6K<sub>2</sub>O-5.0ZnO-4.3Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-3.9TiO<sub>2</sub>組成、屈折率:1.48、軟化温度:800℃）内部に焦点が位置する状態で照射したところ、焦点付近に屈折率変化を伴った微小スポットが形成された。このスポットをCCDカメラ5とビデオ6により記録しサイズを計測した結果、パルスレーザ光強度が420J/cm<sup>2</sup>の場合に直径は600nmであり、更にレーザ光強度を弱くすることによりレーザ波長以下のスポットも形成可能であることを確認した。

【0012】次に、XYZ方向に走査可能な電動ステージ7にガラスマトリックスをセットし、Z軸（光軸）方向を固定した状態で、XY方向に走査しながらピコ秒パルスレーザ（800J/pulse/cm<sup>2</sup>）を前記と同様に集光照射することにより、XY平面上に屈折率変

化を伴う微小スポットを書き込んだ。その後、Z軸方向に電動ステージを4 $\mu$ m移動させ、同様にXY方向に書き込みを行った。その結果、4 $\mu$ mの層間隔で、三次元的に屈折率が周囲とは異なるスポット（直径:800nm）が記録されたガラスが作製できた。また、微小スポットが記録されたガラスを1ヶ月間屋外に放置し、太陽光を曝露させたが、屈折率分布に変化はなく、ガラスマトリックスの変質も認められなかった。更に、このガラスを300℃で24時間保持した場合も屈折率分布、マトリックス共に変化がないことを確認した。

【0013】実施例2

ガラスマトリックスとして純度が99.8%以上の石英ガラス（屈折率:1.46、軟化温度:1500℃）を使用する以外は図1と同様な装置を使用し、実施例1と同様に電動ステージをXYZ方向に走査することによりガラスマトリックス中への三次元書き込みを試みた。但し、Z軸（光軸）方向への移動距離は5 $\mu$ mで、ピコ秒パルスレーザ強度は3586J/pulse/cm<sup>2</sup>である。その結果、5 $\mu$ mの層間隔で、スポットの直径（385nm）がレーザ波長（532nm）より小さい屈折率分布を三次元的に記録することができた。

【0014】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の三次元光メモリー素子はガラスマトリックスから成ることから、有機ポリマー等と比べ熱や光に対して安定であり、且つ十分な耐候性を備えており、長期間安定して情報の記録が可能となる。また、ガラスマトリックスは異方性が無いことから特殊な収差補正を行わなくとも、書き込み用レーザ光を波長程度に集光することにより、レーザ光波長より小さいスポットにてコントラスト良く高密度な書き込みが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】三次元光メモリーガラス素子の記録方法の一例を示す。

【符号の説明】

1. Q-スイッチNd:YAGレーザ
2. ダイクロイックミラー
3. 油浸対物レンズ
4. ガラスマトリックス（ガラス基板）
5. CCDカメラ
6. ビデオ
7. 電動ステージ

【図1】

